

文章编号: 2095-0411 (2012) 02-0069-04

基于 Hough 变换的票据图像倾斜校正^{*}

钟 侠

(江苏国光信息产业股份有限公司, 江苏省高可靠多媒体服务终端工程技术研究中心, 江苏 常州 213015)

摘要: 针对票据图像, 考虑框线变换后参数空间分布, 提出了一个改进的基于 Hough 变换的票据图像倾斜检测与校正方法。通过对图像进行平移变换, 选择图像中心作为原点, 使得框线变换后的参数空间, 呈现对称的蝶形, 从而更容易检测出峰值点, 得到精确的票据图像倾斜角度。实验结果验证了提出方法的有效性, 与传统方法相比, 检测的倾斜角度更加精确, 具有更强的抗噪声能力。

关键词: Hough 变换; 倾斜检测; 旋转变换

中图分类号: TP 393 **文献标识码:** A

Skew Detection and Correction of Bill Image Based on Hough Transform

ZHONG Xia

(Jiangsu Research Center of High Reliable Multimedia Service Terminal Technology, Jiangsu Guoguang Electronic Information Technology Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: By considering the parameter distribution of frame lines in bill image, a method of skew detection and correction for bill image is proposed. The center of image is used as the coordinates origin by translating. The shape in parameter space of form lines is butterfly-like. The peak of accumulator is detected more easily and the accurate skew angle is detected. Experimental results validate the proposed method. Compared with the traditional method, this method is more accurate and robust for the image noise.

Key words: Hough transform; skew detection; rotation transform

票据图像的自动分析与识别受到了越来越多的关注, 广泛应用在银行、证券等行业。票据自动分析与识别系统中, 扫描得到的票据图像不可避免地会发生倾斜, 这为后续的图像分割、配准、识别带来了困难, 因此对票据图像进行倾斜检测与校正是很有必要的。倾斜校正包括图像倾角检测和图像旋转变换, 其核心在于如何检测出图像的倾斜角。

票据图像通常都含有表格框线^[1,2], 可以利用表格线框信息检测倾斜角度。对于表格型票据图像, 主要的倾斜检测方法有: 基于方向投影法^[3,4]

和基于 Hough 变换法^[5-7]。Hough 变换^[8,9]是最常用的方法, 通过对参数空间中搜索局部最大值, 得到图像框线的角度。Hough 变换受框线间断的影响小, 但计算复杂度较高。为了提高 Hough 变换的计算效率和检测精度, 可以将参数空间限制在较小的范围内, 进行分级 Hough 变换^[10,11]。Hough 变换的另一个难点是参数空间的峰值检测问题, 由于各种噪声、误差, 造成参数空间的峰值扩散现象, 很难在参数空间中找到一个局部最大

* 收稿日期: 2012-03-11

作者简介: 钟侠 (1972-), 男, 江苏常州人, 高级工程师, 工程硕士。

值。另外图像中的框线通常在垂足的同侧，Hough 变换后的参数空间非对称、非均匀，为峰值检测增加了困难。

针对含有表格框线的票据图像，考虑到框线变换后的参数空间分布，为了精确地检测出峰值点，得到图像框线的角度。通过对图像进行平移处理，以图像中心作为原点，使框线变换后，在参数空间中是一个对称的蝶形，提高峰值提取的精度，准确检测到图像倾斜角度，实现票据图像的倾斜校正。

1 倾斜检测

首先提取扫描的票据图像框线，然后对图像进行平移，进行 Hough 变换，在参数空间中搜索局部最大值，得到票据图像的倾斜角度。

1.1 框线提取

表格型票据图像中含有表格框线，并且表格框

线大多集中在两个相互垂直的方向上。除了表格框线外，还有在不同位置填写的其它信息。为了运用 Hough 变换来检测框线的角度，首先要提取出图像中的框线。

框线提取的步骤如下：①运用加权平均法，把彩色图像转换成灰度图像，如图 1 (a) 所示；②运用大津 OTSU 法，进行阈值分割，把灰度图像转换成二值图像，如图 1 (b) 所示；③运用 Kirsch 算子，进行边缘轮廓检测，提取框线，如图 1 (c) 所示。

图像中表格框线相对于图像中的其它内容，表现得更集中在同一个方向上，其它内容则显得更杂乱无序。



图 1 框线提取

Fig. 1 Extract the frame lines

1.2 Hough 变换

对图像空间中的每个点 (x, y) 进行如下计算：

$$\rho = x \cos\theta + y \sin\theta \quad 0 \leq \theta < \pi \quad (1)$$

变换到参数空间中，每个点映射为一条曲线，对参数空间中的相应单元进行投票。其中， ρ 为图像空间中原点到直线的垂直距离， θ 为原点到直线的垂线与 x 轴的夹角。图像空间中框线上的点，经过 Hough 变换后，在参数空间中这些曲线相交于一点。通过在参数空间中检测局部最大值，它所对应的参数值 (ρ, θ) 就是图像空间中的框线

参数。图 2 显示了上边框经 Hough 变换后的累积矩阵和参数空间。

由于票据图像中的表格框线大多集中在近似水平和近似垂直的两个方向上，框线上的点在垂足的同侧，进行 Hough 变换后，参数空间非均匀、非对称，如图 2 (b)、图 2 (c) 所示。并且离垂足越远的点，变换到参数空间中的曲线在峰值点附近的梯度越大。采样点越少，数字化误差越大，难以有效地进行峰值检测。如果再考虑到各种噪声、误差，在参数空间中很难确定一个局部最大值，作为图像空间中的框线参数。

为此，对票据图像进行平移变换，以图像中心

作为坐标原点, 如图 3 (a) 所示。坐标原点到框线的垂足近似在每条框线的中间。经过 Hough 变换后, 累积矩阵和参数空间分布更加对称, 表现为

一个对称的蝶形, 如图 3 (b)、图 3 (c) 所示。这样, 即使存在着噪声误差, 也比较容易提取局部峰值点, 得到框线的参数。

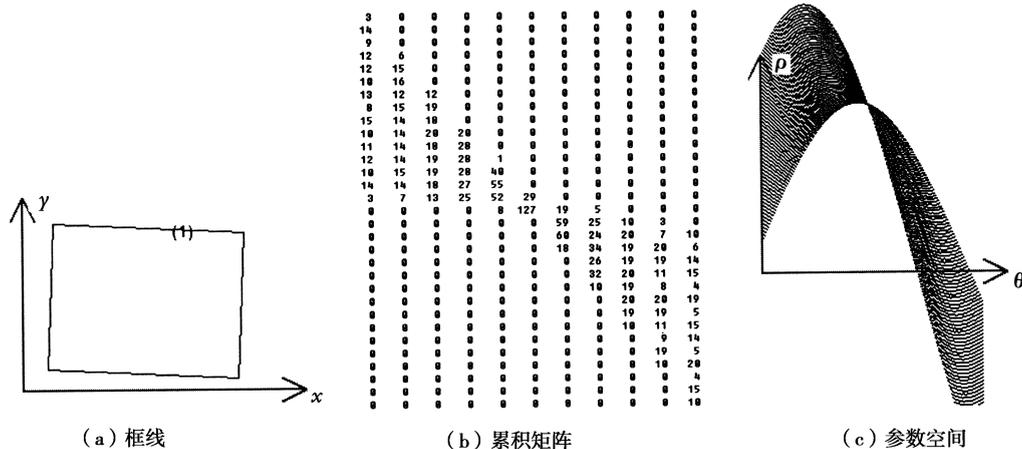


图 2 框线及累积矩阵和参数空间

Fig. 2 The frame lines and the cumulative matrix and parameter space

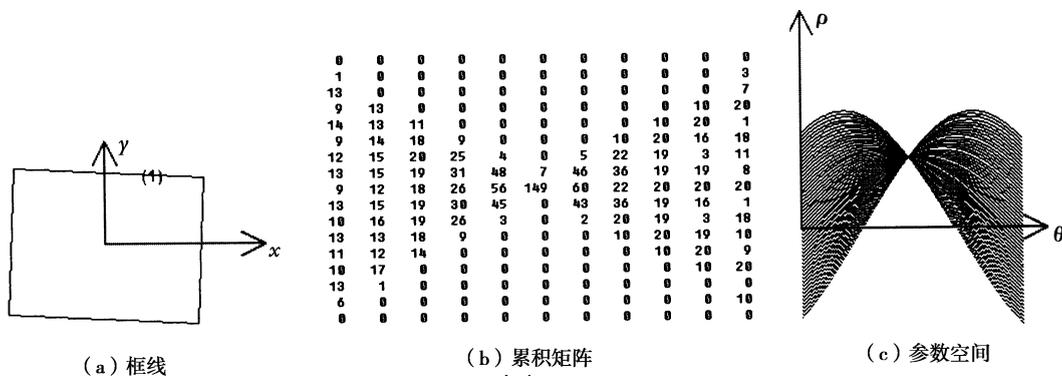


图 3 图像平移后的累积矩阵和参数空间

Fig. 3 The cumulative matrix and parameter space after parallel movement

1.3 倾斜角度计算

通过对图像进行平移以后, 再进行 Hough 变换得到更精确的框线参数 (ρ, θ) 。因为票据图像中既有水平框线, 也有垂直框线, 对所有检测到的框线参数进行换算, 得到图像的倾斜角度 θ 。

在累积矩阵中搜索两条累积值最大的、角度参数 θ 满足 $|\theta - \pi/2| \leq 0.2$ 的水平直线, 得:

$$\begin{aligned} \Delta\theta_1 &= \theta_1 - \pi/2 \\ \Delta\theta_2 &= \theta_2 - \pi/2 \end{aligned} \quad (2)$$

在累积矩阵中搜索两条累积值最大的、角度参数 θ 满足 $\theta \leq 0.2$ 或 $\theta \geq 2.94$ 的垂直直线, 得:

$$\begin{aligned} \Delta\theta_3 &= \begin{cases} \theta_3 & \theta_3 \leq 0.2 \\ \theta_3 - \pi & \theta_3 \geq 2.94 \end{cases} \\ \Delta\theta_4 &= \begin{cases} \theta_4 & \theta_4 \leq 0.2 \\ \theta_4 - \pi & \theta_4 \geq 2.94 \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

图像倾斜角度 θ 为:

$$(\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 + \Delta\theta_3 + \Delta\theta_4) / 4。$$

2 倾斜校正

检测到票据图像的倾斜角度后, 就可以对倾斜的票据图像进行校正。对倾斜图像进行旋转变换, 如公式 (4):

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (4)$$

基于公式 (2) 对原始票据图像进行旋转变换计算。在进行变换计算过程中, 选用标准的双线性插值函数处理, 得到倾斜校正后的票据图像。

3 实验结果与分析

运用 VC 编程实现文中提出的图像倾斜检测与校正算法。首先运用模拟数据对提出的方法进行测试, 并与传统方法进行比较; 然后, 运用提出的方

法对实际的票据图像进行倾斜检测与校正, 票据倾斜检测流程图如图 4 所示。

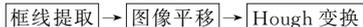


图 4 算法流程图

Fig. 4 The flowchart of algorithm

模拟票据图像的框线, 选择 8 个端点, 构造 4 条直线段, 计算出每条直线的角度参数, 作为模拟真值。为了测试算法的抗噪声性能, 在图像空间中, 添加了线段垂直方向距离为 1 的随机扰动, 构成了局部噪声; 添加 300 个随机分布的噪声点, 构成了全局噪声。分别运用传统的 Hough 变换方法和文中提出的改进方法分别进行倾斜角度检测。检测结果如表 1 所示。

表 1 检测结果比较

Table 1 The comparison of test results

模拟真值	传统方法检测的倾角	改进方法检测的倾角
87.045 4	87.004 2	87.017 3
86.308 6	85.852 4	86.011 4
84.472 5	84.236 0	84.248 3
81.559 6	81.037 2	81.186 8

运用文中提出的方法, 检测的倾斜角度与模拟真值更接近, 检测结果更加精确, 具有更好的抗噪声能力。运用文中提出的方法对真实图像进行倾斜检测与校正。原始图像分别如图 5 (a)、图 5 (b) 所示。对原始彩色图像转换成灰度图像, 进行二值化、框线提取、图像平移、Hough 变换、倾角计算、旋转校正, 结果如图 5 (c)、图 5 (d) 所示。

无论向左或向右倾斜的票据图像, 都能够检测出倾斜角度, 进行旋转校正, 验证算法的有效性。

4 结论

在实际应用中, 由于图像噪声、框线检测误差、离散化误差, 基于 Hough 变换进行倾斜检测的重要问题就是如何有效准确地检测出峰值点。考虑到 Hough 变换参数空间分布, 通过对图像进行平移变换, 选择图像中心作为原点, 使得框线变换后的参数空间呈现对称的蝶形, 从而更容易检测出峰值点, 得到精确的票据图像倾斜角度。

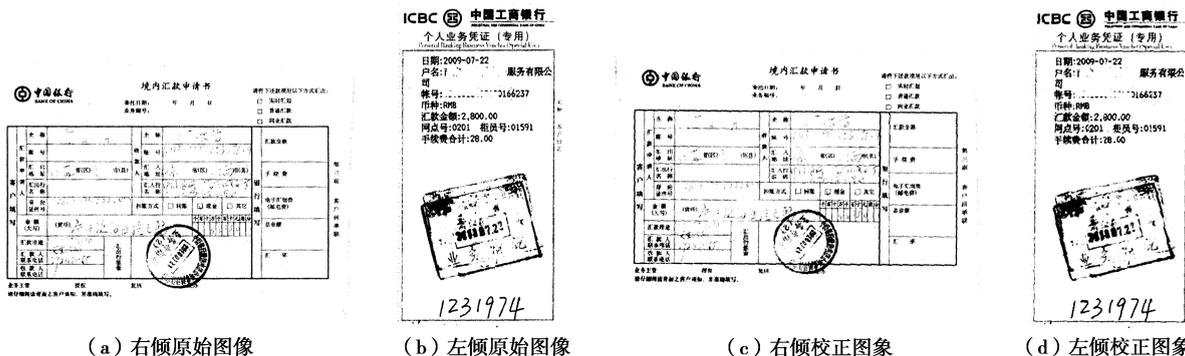


图 5 原始票据图像和校正后的票据图像

Fig. 5 The original bill images and the images after transform

参考文献:

[1] 张艳, 郁生阳, 张重阳, 等. 表格型票据中框线检测与去除算法 [J]. 计算机研究与发展, 2008, 45 (5): 909-914.

[2] 张重阳, 娄震, 徐勇, 等. 票据图像中的格线检测与去除 [J]. 计算机工程与设计, 2005, 26 (7): 1778-1780.

[3] 张丘, 马利庄, 高岩, 等. 票据图像预处理方法的研究 [J]. 计算机仿真, 2005, 22 (10): 208-211.

[4] 张丘, 马利庄, 高岩. 基于方向投影的票据图像倾斜检测方法 [J]. 计算机应用, 2004, 24 (9): 50-51.

[5] 瞿洋, 杨利平. Hough 变换 OCR 图象倾斜矫正方法 [J]. 中国图象图形学报, 2001, 6 (2): 178-181.

[6] Le D S, Thoma G R, Wechsler H. Automated page orientation and skew angle detection for binary document images [J]. Pattern Recognition, 1997, 27 (10): 1325-1344.

[7] Srihari S N, Govindaraju V. Analysis of textual images using the Hough transform [J]. Machine Vision and Applications, 1989, 2 (3): 141-153.

[8] Duda R O, Hart P E. Use of the hough transform to detect lines and curves in pictures [J]. Communications of ACM, 1972, 15 (1): 11-15.

[9] Aggarwal N, Karl W C. Line detection in images through regularized hough transform [J]. IEEE Trans on Image Processing, 2006, 15 (3): 582-591.

[10] 周冠玮, 平西建, 程娟. 基于改进 Hough 变换的文本图像倾斜校正方法 [J]. 计算机应用, 2007, 27 (7): 1813-1816.

[11] 梁添才, 皮佑国, 彭晶, 等. 基于 Hough 变换的列车客运票图像倾斜校正 [J]. 华南理工大学学报 (自然科学版), 2007, 35 (5): 35-40.